Ueber die Function der Kammernerven des Säugethierherzens.

Von

Dr. Leonard Wooldridge.

Aus dem physiologischen Institut zu Leipzig.

(Hierzu Taf. VII.)

Separat-Abzug aus

Archiv für Anatomie und Physiologie.

Physiologische Abtheilung.

Digitized by the Internet Archive
in 2015

https://archive.org/details/b22272483

Ueber die Function der Kammernerven des Säugethierherzens.

Von

Dr. Leonard Wooldridge.

Aus dem physiologischen Institut zu Leipzig.

(Hierzu Taf. VII.)

In den anatomischen Handbüchern werden bei der Beschreibung der Herznerven Zweige erwähnt, welche über den Vorhof hinaus zu dem Kammern gehen.[1] Von den Leistungen dieser Nerven ist, soweit mir bekannt, in der physiologischen Literatur noch nicht gehandelt worden, zum Theil gewiss deshalb nicht, weil sie ohne Anwendung besonderer Hülfsmittel trotz ihrer Grösse nicht sichtbar sind. Nachdem ich durch Hrn. Professor Ludwig mit einem Verfahren bekannt geworden war, sie an jeder frischen Leiche sichtbar zu machen und damit die Möglichkeit gewann, durch die anatomische Praeparation mit der Herkunft und Ausbreitung der Stämmchen vertraut zu werden, erwachte in mir der Wunsch nach einer Untersuchung ihrer physiologischen Leistungen. Dem physiologischen Theile meiner Arbeit schicke ich einen anatomischen voraus, der sich auf die Zergliederung von Hundeleichen gründet.

Die Nerven, welche sich zum Herzen und den grossen Gefässen begeben, laufen von ihren Ursprüngen aus dorthin entweder nachdem sie

[1] Ihre Angaben gründen sich wesentlich auf die Beobachtungen von Lee *(Philosophical Transactions.* London 1849) und Schlkarewski *(Göttinger Nachrichten.* 1872. S. 426); der erstere der beiden lieferte eine sorgfältige, durch vorzügliche Abbildungen erläuterte Beschreibung der menschlichen Kammernerven, mit deren Schema nach meinen Erfahrungen die des Hundes übereinstimmen.

vorher nur mit den gleichseitig entspringenden oder nachdem sie auch mit den anderseitigen Plexus gebildet haben. Dem Orte ihrer Endigung gemäss können sie als Nerven der grossen Gefässe, als solche der Vorhöfe und endlich als solche bezeichnet werden, die vor oder nach Abgabe von Aesten an die Vorhöfe auf die Kammern übertreten. Dem Plane meiner Untersuchung entsprechend beziehen sich meine anatomischen Angaben vorzugsweise auf die Kammernerven.

Dass die Ventrikel der Säuger von zahlreichen unmittelbar unter dem Pericard gelegenen Nerven umsponnen werden, lässt sich nur bei sehr mageren Herzen ohne Weiteres erkennen. An den Herzen wohlgenährter Thiere und namentlich der Hunde sind sie dagegen nur mit Hülfe besonderer Verfahrungsarten sichtbar zu machen. Auf einfache und sichere Weise, namentlich dadurch, dass man das Herz des eben getödteten Hundes durch Auswaschen mit 0·5 procentiger Kochsalzlösung möglichst von Blut befreit, und nach dem seine Oberfläche mit Carbolsäure, welche durch Erwärmen verflüssigt wurde, bestreicht. Unter dieser Behandlung treten die Nerven als weisse Fäden auf bräunlichem Hintergrunde hervor. Hat die weissliche Färbung, welche die Carbolsäure erzeugt, sich auch auf das Bindegewebe ihrer Umgebung erstreckt, so verschwinden die Nerven wieder, ein Vorgang, der meist schon wenige Minuten nach dem Bestreichen mit Carbolsäure eintritt. Will man den Verlauf der Nerven naturgetreu abbilden, so empfiehlt es sich, zuerst eine Zeichnung des Herzens zu entwerfen, und eine kleine Fläche nach der anderen der Einwirkung der Carbolsäure auszusetzen. Auf diese Weise ist es gelungen die Fig. 1 und 2 der Taf. VII zu erhalten, deren Treue durch häufige Vergleichung mit anderen ähnlich behandelten Herzen sichergestellt wurde. Um die Nervenfäden in dem Bilde deutlicher hervortreten zu lassen, sind sie auf dem röthlichen Grunde schwarz eingezeichnet worden. Die einzelnen meist feinen Nerven gehören sämmtlich zur Classe der marklosen; sie bilden mannigfache Plexus und sie laufen schräg absteigend gekreuzt mit den oberflächlich gelegenen Muskelzügen von der Basis zur Spitze der Ventrikel. Die Stämmchen liegen, wie schon erwähnt, unmittelbar unter dem Pericard, einige jedoch senken sich auch in die Muskelmasse des Herzens.

Die Stämmchen, aus deren Zerspaltung die nervöse Umkleidung der Kammern hervorgeht, brechen an drei verschiedenen Orten über die quere Herzfurche hervor. Eines, siehe 00 in Fig. 1 und Fig. 3 gelangt linkerseits neben der Art. pulmonalis gegen die vordere Längsfurche. Der grösste Theil seiner Zweige versorgt die vordere Fläche des linken Ventrikels, ein kleinerer überschreitet die Längsfurche und begiebt sich von da auf den rechten Ventrikel. Das Stämmchen, welches sich auf die beschriebene Weise vertheilt, setzt sich aus Fasern zusammen, die von rechts und links her

in die Brusthöhle eindringen. Auf seinem Verlauf über die vordere Fläche des Vorhofes giebt es Aestchen an den linken Vorhof, und ausserdem einen Zweig ab, der in die Scheidewand der Ventrikel dringt. Ein zweites Stämmchen, von ähnlichem Ursprunge wie das eben beschriebene, kommt zwischen den Wurzeln der grossen Arterien, also rechts von der Arteria pulmonalis hervor uud verbreitet sich ausschliesslich auf der rechten Kammer; siehe 0 Fig. I, Fig. II und Fig. III.

Das dritte Stämmchen spaltet sich bei seinem Uebergange auf dem Vorhofe, so dass auf diesem schon ein Nervenbündel entsteht, das alsbald in eine Anzahl von Fasern zerfällt, welche auf der hinteren Fläche des linken Vorhofes sich ausbreiten, siehe Fig. II. 5. Aus dem Geflecht, welches sie an dem eben genannten Orte bilden, gehen sehr zahlreiche Zweige hervor, von denen einige neben der Querfurche des Herzens herlaufen, der grösste Theil der Zweige überzieht dagegen unter Bildung von vielfachen Anastomosen die hintere Fläche der beiden Kammerwände.

Verfolgt man die Nerven der Ventrikel gegen ihren Ursprung hin, so ergiebt sich:

A. Die beiden auf die vordere Fläche der Kammern ausstrahlenden Nerven, siehe Fig. I, 0 u. 00, stammen im Wesentlichen aus einem Geflecht, welches hinter dem Bogen der Aorta gelegen ist. Das Geflecht selbst setzt sich aus drei Zuzügen zusammen:

1) Aus einem starken rechtsseitigen Aste, der entweder aus dem Stamm oder aus dem R. recurrens des N. vagus dexter, zuweilen auch aus beiden zugleich hervorkommt, siehe Fig. III. 4′ u. Fig. V. 4. Aus diesen Nerven gehen immer Aeste zum Vorhofe.

2) Aus einem oder zwei Zweigen, die dem Ganglion des linken Vagus entstammen, siehe Fig. III. 3 u. Fig. IV. 3.

3) Aus einem kurzen Aste von dem N. recurrens des linken Vagus, siehe Fig. III. 6.

Während die unter 1 bis 3 aufgezählten Zweige sich zu dem Plexus (siehe Fig. III) begeben, aus welchem gemeinsam die rechts und links von der Art. pulmonalis auf die Vorderfläche der Kammern tretenden Nerven hervorgehen, begiebt sich sehr oft

4) Ein Ast vom N. recurrens des linken N. vagus neben der Arteria pulmonalis zu dem grösseren, vorzugsweise auf der Vorderfläche des linken Ventrikels sich verbreitenden Nervenstämmchen, das in Fig. III mit 00 bezeichnet ist.

B. Das Nervenbündel, welches über den linken Vorhof auf die hintere Fläche der Kammerwand ausstrahlt, stammt ausschliesslich von den Nervenstämmen der linken Brustseite, es ist in Fig. IV. 5 dargestellt. Seinen Ursprung nimmt dasselbe entweder aus dem Ganglion des N. vagus, oder aus der Ansa Vieusseni, zuweilen auch aus dem ersten Brustganglion des N. sympathicus. Der Nerv giebt, bevor er zum Herzen gelangt, häufig Zweige zum Vorhofe ab, was u. a. in dem Praeparate geschah, nach welchem die Fig. IV gezeichnet wurde. Oefter glaubte ich auch aus den Bündeln, welche über den linken Vorhof verlaufen, Zweige in den letzteren eintreten zu sehen.

Der geschilderte Ursprung und Verlauf der Nerven vor dem Uebergang auf die Kammern ist das Ergebniss sehr oft wiederholter und sorgfältiger Zergliederungen von Hundeleichen.

Um die Wirkungen zu erkennen, welche die erregten Kammernerven auf das Herz und von ihm aus auf andere Theile üben, mussten sie Reizmitteln zugängig gemacht werden. Wegen der mannigfachen hierzu nothwendigen Praeparationen eignen sich zum Versuche nur Hunde von kleiner bis zu mässiger Grösse, wünschenswerth ist es, sich fettarmer Thiere bedienen zu können. Ausserdem fordert die Beobachtung ein ruhiges, also möglichst schmerzfreies Thier, welches jedoch sensible Erregungen mit ungeschwächten Reflexen beantwortet, nächstdem einen Kreislauf des Blutes, dessen Drücke möglichst wenig von denen des gesunden Lebens abweichen. Zur Erfüllung dieser Bedingungen wurde der Hund durch Einspritzung von Opiumtinctur narkotisirt, ihm darauf am hinteren Ende eines Scheitelbeines, nahe der Mittellinie, doch unter Vermeidung des Sinus longitudinalis eine Trepanöffnung beigebracht, und von ihr aus das Hirn hinter den Vierhügeln glatt durchschnitten. Die leicht ausführbare, in der Regel nur von einer sehr geringen Blutung begleitete Operation hinterlässt ein stark reflectorisch wirkendes verlängertes Mark und sichert den Blutgefässen ihren normalen Tonus. Nach dieser Vorbereitung wurde durch die eröffnete Trachea künstliche Athmung eingeleitet und zur Blosslegung des Herzens und seiner Nerven geschritten. Hierzu genügte ein Fenster, welches sich von der zweiten bis zur fünften Rippe erstreckte. Die Blutung in der Haut und Fleischwunde stillten rasch ausgeführte Unterbindungen. Jede der vier Rippen wurde, ehe man aus ihnen ein fingerlanges Stück ausschnitt, nahe am Brustbeine und in einiger Entfernung von der Wirbelsäule mit einem biegsamen Messingdrahte oder einer starken Schnur umgeben. Die hierdurch gebildeten Schlingen wurden fest bis zur Ver-

schliessung der Intercostalarterien angezogen, und dadurch die störende Blutung aus den eben genannten Gefässen vermieden. In dem blutfreien Pleuraraum werden nun die Nerven, welche man reizen oder durchschneiden will, mit stumpfen Nadeln und mit Pinzetten aufgesucht und an jeden der freigelegten Stämme und Stämmchen eine Marke befestigt, damit sein Verlauf nach dem Tode des Thieres durch Praeparation festgestellt werden kann. Gewöhnlich mussten noch im Verlaufe des Versuches die Nerven der Kammer unmittelbar vor ihrem Uebertritt auf deren Wand abgetrennt werden. Mit voller Sicherheit kann der Erfolg nur dadurch verbürgt werden, dass man die Stämmchen an den Wurzeln der grossen Arterien und an der Hinterfläche der linken Vorhofswand aufsucht, sie mit stumpfen Nadeln und feinen Pinzetten isolirt und dann durchschneidet. Den hierauf gerichteten Bemühungen tritt, wenn es sich um die Durchschneidung der neben der A. pulmonalis hervorkommenden Nerven handelt, ihre Bedeckung durch das linke Herzohr entgegen; man sieht sich darum gezwungen, das Herzohr an seiner äussersten Spitze mit einem Faden zu umbinden und es von einem Gehülfen zur Seite ziehen zu lassen. In dem geschaffenen Raume lässt sich nun durch sorgfältige, jede Blutung aus der nahe gelegenen A. coronaria vermeidende Praeparation, zunächst der grössere auf der linken Seite der A. pulmonalis gelegenen Plexus unmittelbar über der Herzfurche finden und durchschneiden. Die auf der rechten Seite der Art. pulmonalis hervordringenden Aestchen sucht man am besten in dem Bindegewebe zwischen Aorta und A. pulmonalis auf; erleichtert wird das Finden der Stämmchen, wenn man die Lungenarterie von einem Gehülfen ein weniges zur Seite ziehen lässt, selbstverständlich nur so weit, dass der Blutstrom aus dem Herzen noch mit voller Stärke fliessen kann. Weit mühevoller und mit grösseren Gefahren umgeben ist das Aufsuchen und Zerschneiden der Nervenbündel auf der hinteren Herzfläche. Erst nach Erhebung der Herzspitze gelingt es, den Ort, wo sie auf den Ventrikel übertreten, zu sehen; indem man das Herz in die zur Ausführung der Praeparation nöthige Lage bringt, kann es sich aber leicht ereignen, dass der Blutstrom innerhalb der grossen Arterien merklich gehemmt und das Herz zu unregelmässiger Schlagfolge veranlasst wird. Sowie die Anzeichen der für das Herz sehr bedenklichen, sein Absterben bedingenden Störung eintreten, muss die Operation so lange unterbrochen werden, bis sich die Schlagfähigkeit der in ihre natürliche Lage zurückgebrachten Ventrikel wieder vollkommen erholt hat. Beim Ablösen der feinen Nervenästchen von dem straff gespanntem Pericardium ist ausserdem die höchste Vorsicht nöthig, um das Aufreissen der sehr dünnen Vorhofswand zu vermeiden. Kaum nöthig wird die Bemerkung sein, dass man sich auch hier nach dem Tode von dem Gelingen der beabsichtigten Zerstörung zu über-

zeugen hat. Die sorgfältige Anwendung des Carbols leistet dabei die genügende Hülfe. Angesichts der geschilderten schwierigen Operation wird man an mich die Frage richten, warum ich die Durchschneidung der scheinbar leichteren Zerstörung mit Aetzmitteln und mit Galvanokaustik vorgezogen habe. Versucht wurde ihr Gebrauch, aber die Unsicherheit des Erfolges bei schwachem Aetzen und Anbrennen, und die Störungen im Kreislaufe des Herzens bei tieferen Eingriffen bewogen mich, von der Anwendung der indirecten Methode abzusehen. — Eine andere nicht minder wichtige operative Aufgabe verlangt, dass die oberflächlichen Kammernerven geschont, alle Nerven dagegen, welche auf irgend welchem anderen Wege zum Ventrikel gelangen, vollständig zerstört werden, so dass die Erregung der Stämme der Nn. vagi und accelerantes nur durch die Vermittelung der oben beschriebenen Bahnen zu den Ventrikeln gelangen kann. Ihre theilweise Lösung erreichte ich folgendermaassen. Zwischen der vorderen Fläche der Vorhöfe und der Hinterfläche der grossen Arterien wurde eine geöhrte Sonde durchgeschoben und mittelst ihr eine festgedrehte widerstandsfähige seidene Schnur. Eines ihrer Enden wurde um die Herzspitze herum bis auf die hintere Fläche der Vorhöfe geführt und dann die beiden Enden derselben durch einen Schlingenschnürer fest zusammengezogen. Durch dieses Verfahren gelingt es öfter die Muskelmasse der Vorhöfe vollkommen zu zerquetschen, ohne das Pericard zu zerreissen. Da die vorderen Kammernerven vor den grossen Arterien verlaufen, so bleiben sie ausserhalb der Ligatur und somit vollkommen unversehrt. Die Ligatur, welche Stannius am Froschherzen anlegte, ist hiermit auf das Säugethierherz übertragen. Ihr nächster Erfolg ist jedoch nicht immer der erwünschte; oft ist die Schnur nicht fest genug und andere Male ist sie zu fest durch die Schraube angezogen worden und deshalb bleiben entweder noch unzerstörte Brücken der Muskelwand übrig oder die gesammte Wand ist theilweise zerrissen, so dass nun das Blut hervorstürzt. Die vollständige Zerquetschung der Muskeln ohne gleichzeitige Zerreissung des Pericards gelingt beim Kaninchen besser als beim Hunde. Auch kann es geschehen, dass ein Theil der Schlinge in der queren Herzfurche läuft, so dass Aeste der Kranzarterien von ihr zusammengeschnürt werden; dieser Fehler jedoch lässt sich bei einiger Achtsamkeit vermeiden. Lange darf nun der Verschluss des Vorhofes nicht andauern, ohne die Reizbarkeit der Kammern zu beeinträchtigen; sind jedoch alle Vorbereitungen getroffen, so lässt sich die Reizung des N. vagus oder des N. accelerans ausführen, bevor man noch die Schlinge gelöst hat. In der Regel wurden die genannten Nerven erst gereizt, nachdem durch das Zurückdrehen des Zahnrades die Schlinge gelöst war. Mit der weiteren Vervollkommnung des Verfahrens, das interessante Resultate verspricht, bin ich noch beschäftigt.

In allen Versuchen wurde die Schlagfolge des Herzens und der arterielle Druck durch ein in die A. carotis eingesetztes Hg-manometer registrirt. Ueber die Befähigung, welche dem Manometer für die Auswerthung der Herzleistungen zukommt, dürften einige Bemerkungen am Platze sein. Am ausgeschnittenen Froschherzen kann durch das Manometer vollkommener als durch irgend welche andere Methode die von demselben gethane Arbeit bestimmt werden, vorausgesetzt, dass sich der Inhalt der Kammer bei der Contraction nur in das Manometerrohr entleeren kann. Unter dieser Bedingung ist das Product aus dem Gewichte der entleerten Flüssigkeit in die halbe Höhe des erreichten Druckes als das Resultat einer Wirkung anzusehen, an welchen sich sämmtliche Muskelfasern des Ventrikels betheiligen. Wird ausserdem noch die Bedingung erfüllt, dass die ruhende Kammer vor jeder neuen Systole mit einer Nährlösung unter stets gleichem Drucke von den Venen her gefüllt wird, so wird man auch die von verschiedenen Systolen geleistete Arbeit mit einander vergleichen können und einen sich ergebenden Unterschied auf Rechnung der Muskeln oder der sie erregenden Nerven setzen müssen. Von einer Erfüllung dieser Bedingung kann am Herzen des lebenden Säugethieres selbstverständlich keine Rede sein, sicher wird man bei geeigneter Anwendung des Instrumentes durch das Manometer nur die Pulsfolge zu erfahren vermögen, denn seine andere Angabe, der Druck des arteriellen Blutes ist, wie bekannt, ausser der vom Herzen geleisteten Arbeit auch noch von mehrfachen anderen Umständen abhängig. Ob nun eine im Verlauf des Versuches hervortretende Aenderung des arteriellen Druckes von dem Herzen oder von anderen Veranlassungen abhängig wäre, müsste erst durch besondere Messungen oder durch den Ausschluss einer Anzahl von Bedingungen festgestellt werden, die sich an der Erzeugung des Blutdruckes betheiligen.

Die Nerven, welche zu den Ventrikeln herantreten, könnten möglicher Weise in centripetaler oder in centrifugaler Richtung wirksam sein. Zur Prüfung des Erfolges in einem oder anderem Sinne wird man Reize verschiedener Art an ungleichen Oertlichkeiten anwenden müssen.

Meine Mittheilungen beginne ich mit der Aufzählung der Ergebnisse, welche bei den Reizungen des peripheren Stumpfes der durchschnittenen Nerven gefunden wurden. Als Reizmittel für den Nerven wurde in dieser Versuchsreihe das Schlitten-Inductorium von du Bois gebraucht und damit die Nothwendigkeit gegeben, den Nerven derart zu reizen, dass das Fleisch der Kammer vor Stromesschleifen behütet blieb. Weil es darnach nicht

anging, den Inductionsstrom auf die Nerven in ihrer normalen Lage anzuwenden, und weil man eine Beeinträchtigung ihrer Reizbarkeit befürchten musste, wenn man die Aestchen herausschälte und weit genug hervorzog, so mussten statt ihrer Stämmchen gereizt werden, welche weiter vom Herzen entfernt liegen. Da sich aber die letzteren zugleich in den Vorhöfen und in den Kammern verzweigen, so war vor dem Versuche eine Vorbereitung getroffen, durch welche ermöglicht wurde, die Wirkung der gereizten Nerven entweder nur auf die Vorhöfe oder nur auf die Kammern zu beschränken. Hierdurch waren mir dreierlei verschiedene Vorbereitungen vorgeschrieben:

I. Die Stämme des N. vagus oder des N. accelerans werden gereizt zuerst bei unversehrtem Herznerven und dann abermals, nachdem die auf der hinteren oder vorderen oder auf beiden Flächen der Ventrikelwand beschriebenen und abgebildeten Kammernerven vollständig durchschnitten waren. Unter einer nicht gerade unbeträchtlichen Zahl von Versuchen, in welchen die Durchführung des geschilderten Planes angestrebt wurde, mussten selbstverständlich nur die für gelungen gelten, in welchen eine sorgfältige Zergliederung am todten Herzen die Abtrennung sämmtlicher Nervenfäden nachwies. Sie ergaben:

Reizung des N. accelerans vor und nach der Durchschneidung der Kammernerven.

1. Versuch. Reizung des rechtsseitigen N. accelerans kurz nach seinem Austritte aus dem Ganglion stellatum.

Zahl der Pulse in je 5 Secunden.

	Vor	während	nach d. Reizung.	Reizungs-dauer.	Rollen-abstand.
Vor der Zerschneidung der Kammernerven	14	14·5—16	19—18—17	12 Sec.	6 cm
Nach der Zerschneidung der Kammernerven	13·5	14—17	16·5	9 „	6 „
	13—13·5	13—15	17—16	12 „	4 „

2. Versuch. Reizung des rechtsseitigen N. accelerans nahe bei seinem Austritt aus dem Ganglion stellatum.

Zahl der Pulse in je 5 Secunden.

	Vor	während	nach der Reizung.	Reizungs-dauer.	Rollen-abstand.
Vor der Zerschneidung der Kammernerven.	9·5	12—14·5	13	10 Sec.	6 cm
	11	14—14—12·5	12·5	13 „	6 „
Nach der Zerschneidung der Kammernerven	10	11—11·5	12·5	12 „	4 „
	10	12—13—15	14	16 „	3 „

Reizung der Nn. vagi am Halse vor und nach Durchschneidung der Kammernerven.

An den beiden Thieren, die zu den soeben mitgetheilten Versuchen gedient hatten, wurde die Reizung je eines Vagusstammes ausgeführt. Vor und nach der Durchschneidung der Kammernerven traten die Wirkungen des Reizes annähernd gleich stark hervor. So verharrte namentlich nach der Durchschneidung der Kammernerven das eine der beiden Herzen während einer Dauer der Reizung von 9 Secunden und das andere während einer Reizungsdauer von 7 Secunden im Stillstand.

Reizung des N. recurrens vor und nach Abtrennung der vorderen Kammernerven.[1]

3. Versuch.

		Vor	während	nach der Reizung.	Rollenabstand.
Vor Abtrennung der Kammernerven	a.	13—13	5	15—15—15·5	25
	b.	11·5	2·5	10—15·5—15·5	24
Nach Abtrennung der Kammernerven		12	3	15—16—15·5	24
Nach Abtrennung einiger Vorhofsäste		12	8·5—9·5	11—12·5	

4. Versuch.

Vor Abtrennung der Kammernerven		14	0	16·5—16·5—18—17	25
Nach Abtrennung der Kammernerven		14—14—14	0	15—15—15	25

Nach Abtrennung der Kammernerven schlug das Herz schwächer, Pulse wenig deutlich.

Da unter Voraussetzung normaler anatomischer und physiologischer Verhältnisse im Bau und in der Reizbarkeit des Herzens die Schlagfolge der Kammer von der des Vorhofes bestimmt wird, da man also, ähnlich wie am Herzen des Frosches, auch an dem des Säugethieres unterstellen kann, dass im Bereiche der Vorhöfe die den Puls veranlassenden Reize entstehen, so bedürfte es, insofern es sich um den Stillstand der Ventrikel handelt, überhaupt keiner nervösen Verbindung zwischen Atrien und Kammern. Entsteht im Vorhofe kein Reiz, so kann sich ein solcher auch nicht zum Ventrikel fortpflanzen; beide Abtheilungen des Herzens werden in Ruhe verharren, und die Durchschneidung beliebiger Nerven würde für die Folgen der Vagusreizung vollkommen gleichgültig bleiben.

[1] Seine Fortsetzungen gehen nur zu den vorderen Kammernerven, also genügt die Abtrennung der Nerven diesseits und jenseits der Art. pulmonalis.

Die Vorbereitung meiner Versuchsthiere legte es mir nahe, eine Reizung auszuführen, welche zur Lösung der eben besprochenen Frage einen Beitrag zu liefern versprach. Zum Vorhofe gehen bekanntlich sehr feine Nervenfäden. Die geringe Faserzahl jedes einzelnen und das gleichzeitige Vorhandensein vielfacher anderer gleichartiger lässt keinen Zweifel darüber, dass jeder von ihnen nur ein beschränktes Gebiet beherrscht. Das letztere liegt, soweit sich das Nervchen verfolgen lässt, im Vorhofe; leider lässt sich jedoch hierfür wegen ungenügender Ausbildung der anatomischen Methoden kein strenger Beweis erbringen; eine oder die andere Fortsetzung könnte möglicher Weise bis zum Ventrikel gelangen. Immerhin ist die Annahme einer solchen Verbreitungsart weit gewagter als die andere, wonach die Aestchen reine Vorhofsnerven darstellen. Welche Folgen zieht nun die Erregung eines solchen Nervchens nach sich? Hierüber geben die nachstehenden Zahlen Aufschluss.

Reizung kleiner Aeste des N. vagus zum Vorhof.

Versuch A. Die Aestchen gehen aus dem Stamm des N. vagus zum linken Vorhof, sie verlassen den Stamm in der Nähe vom Abgang des N. recurrens.

Vor	während	nach der Reizung.	Rollenabstand.
13	9	13	25

Versuch B. Aestchen vom linken N. vagus zum linken Vorhof.

Vor	während	nach der Reizung.	Reizungsdauer.	Rollenabstand.
11	0	11	3 Sec.	25

Versuch C. Aestchen vom rechten N. vagus zum rechten Vorhof neben der Mündung der Vena cava superior.

Vor	während	nach der Reizung.	Rollenabstand.
16	5	16	25

Sollte der anatomische Nachweis gelingen, dass die kleinen Aestchen innerhalb des Vorhofes enden, so würde durch die Folgen ihrer Erregung dargethan sein, dass kein unmittelbarer Angriff auf irgend welchen Theil der Ventrikel zu geschehen brauchte, um den Eintritt ihrer Contraction hinauszuschieben. Der Stillstand der Vorhöfe zöge unmittelbar den der Kammern nach sich.

Unterliegt dieser Theil meiner Schlüsse noch Zweifeln, so ist ein anderer dagegen als sicher gestellt zu betrachten. Denn da der gereizte

Nerv sich sicherlich nur in einem beschränkten Abschnitte der Vorhöfe verzweigt, und da er trotzdem die Gesammtheit derselben beruhigen, bezw. dessen Schlagfolge verlangsamen kann, so muss der Nerv an einem Orte angreifen, von dem die Rhythmik beider Vorhöfe im Ganzen beherrscht wird. Ist es gestattet, zur Erklärung der Erscheinung Analogien herbeizuziehen, so würde man sie den vom centralen Nervensystem her ausgelösten Reflexen zur Seite stellen. Bekanntlich wurde schon oft die am Vorhofe beginnende und auf die Ventrikel fortschreitende Contraction des Herzens, welche eine örtlich beschränkte Reizung der Kammeroberfläche auslöst, als eine Reflexbewegung angesehen. Im Sinne dieser Anschauung würde man die von mir beobachtete Erscheinung in die Classe der Hemmungsreflexe zu setzen haben.

Nach dieser Einschaltung kehre ich zur Besprechung der Versuche zurück, in welchen die Stämme der Herznerven vor und nach der Durchschneidung der vorderen und hinteren Kammernerven gereizt wurden.

Lässt es sich auch ohne das Bestehen einer nervösen Verbindung erklären, weshalb auf den Stillstand des Vorhofes der des Ventrikels folgt, so ist doch die Annahme eines durch Nerven vermittelten Zusammenhanges beider Abtheilungen des Herzens nicht mehr zu umgehen, wenn es sich um ihre Contraction handelt. Eine beschleunigte Folge des Herzschlages, wie sie die Erregung des N. accelerans einleitet, kann nur dann eintreten, entweder, wenn der Vorhof und der Ventrikel zugleich und unmittelbar von diesem Nerven versorgt werden, oder es muss, wenn der Nerv nur zum Vorhof geht von diesem zum Ventrikel eine Bahn bestehen, auf der sich die Erregung von oben nach unten fortpflanzt. Zu den Nerven, welche mittel- oder unmittelbar die Erregung des N. accelerans auf die Muskeln der Kammer übertragen, sind die unseren nicht zu zählen, denn die Reizung des N. accelerans war nach der Durchschneidung der Kammernerven noch ebenso wirksam als vorher.

II. Die zweite Versuchsreihe bildete das Gegenstück zur ersten; in ihr standen von allen zum Herzen gehenden Nerven nur Aeste zur Kammer in unversehrtem Zusammenhange mit den Nn. vagi und accelerantes, sämmtliche andere Herzzweige waren dagegen zwischen dem Abgange von den Stämmen und ihrem vermuthlichen Uebertritt in die Ventrikel zerschnitten. Eine in den Nn. vagi und accelerantes hervorgebrachte Erregung konnte sich darum nur durch die von mir als Kammernerven bezeichneten Aeste zur Muskelmasse des Ventrikels fortpflanzen. Des Verlaufes wegen, welchen die vorderen Kammernerven nehmen, wird es möglich, den von Stannius am Herzen des Frosches unternommenen Versuch auf das des Säugethieres zu übertragen, ohne doch alle in die Kammern übergehenden

Nerven ihres Zusammenhanges mit den Stämmen zu berauben. Ueber das genauere Verfahren, wie die Vorhöfe abzuschnüren, bezw. deren Wand, die Scheidewand mit eingeschlossen, zu zerquetschen seien, verweise ich auf die S. 527 gegebene Beschreibung. Allerdings waren bei der Operation nur zwei Kammernerven, die beiden vorderen, geschont, aber gerade diejenigen, welche sich zum rechten und linken Ventrikel begeben und im Gegensatze zu dem dritten zerquetschten ihre Wurzeln aus den beiden Körperhälften beziehen.

Von der Anschauung beherrscht, welche die Unterbindung des Froschherzens nahe über seiner Querfurche erzeugt, hatte ich erwartet, dass nach ringförmiger Zerquetschung der gesammten Vorhofswand unmittelbar über den Klappensegeln auch die Ventrikel des Säugethieres zum Stillstand gebracht würden. Die Voraussicht erwies sich als eine irrige; die Ventrikel setzten ebenso wie die Vorhöfe ihre Schläge fort, jeder jedoch in einem besonderen Takte. Mein Verfahren, den Herzschlag zu registriren, erwies sich zur Darstellung der Bewegung beider Herztheile als ungenügend, denn das in die Arterie eingesetzte Manometer konnte von den Systolen der Atrien keine Nachricht geben und es versagte auch für den Ventrikel während der Zeit, in welcher die Schnur um die Vorhöfe festgezogen blieb. Vollständige und ausgedehnte Mittheilungen über die Erscheinungsweise der Vorhofs- und Kammercontractionen werde ich erst dann geben können, wenn ich mich einer Einrichtung bedient habe, die den Puls des Vorhofes und des blutleeren Ventrikels aufschreibt. Einstweilen musste ich mich mit der Zählung der Vorhofspulse und dem Aufzeichnen des Arterienpulses nach Lösung der Vorhofsschnur begnügen.

Da die Ventrikel nach ihrer Trennung von den Vorhöfen sich noch in regelmässigem Takte und kräftig genug bewegen, um den Blutstrom in mässiger Stärke zu erhalten, so musste es sich nun zeigen, ob die Reizung der Nn. vagi oder accelerantes durch die vorderen Kammernerven hindurch die Schlagfolge der Ventrikel zu beeinflussen vermag. Was während der Reizung der Nervenstämme geschah, ist aus den Zahlen zu lesen.

Unterbindung bezw. Zerquetschung der Vorhöfe vor dem Uebergang in den Ventrikel unter Schonung der vorderen Kammernerven. Reizung des N. vagus.

Hund.

A. u. B. Die Vorhöfe über einem Ligaturstab abgebunden. Vorhöfe und Kammern schlagen weiter, aber nicht mehr gleich häufig. Reizung des N. vagus bedingt Stillstand der Vorhöfe, die Kammern schlagen weiter.

Die Ligatur wird entfernt — anfänglich schlagen Vorhöfe und Kammern nach verschiedenem Rhythmus, dann kehrt der gleichmässige Schlag

beider zurück und nun bedingt die Reizung des N. vagus den Stillstand von Vorhof und Ventrikel.

Die Zergliederung des todten Herzens zeigte, dass beide Male die Vorhofswand durch das Unterband nicht zerstört war. Daraus erklärt sich, dass während des Anliegens der Schnur der Uebertritt der Erregung aus dem Vorhofe gehindert und nach der Lösung des Unterbandes wieder gestattet war. Das bei diesen und anderen ähnlichen Versuchen eingetretene Ereigniss veranlasste mich, von nun an mich statt des durch die Hand bewirkten Zubindens des mit einem Trieb versehenen Schlingenschnürers zu bedienen.

E. Abquetschung der Vorhöfe mit nachfolgender Lösung des abschnürenden Unterbandes.

a. Vor Reizung des Vagus in 20 Sec. = pulsirt die Kammer 22 mal,
während Reizung des Vagus „ 20 „ = „ „ „ 25 „
b. Vor Reizung des Vagus „ 20 „ = „ „ „ 23 „
während Reizung des Vagus „ 20 „ = „ „ „ 16 „
c. während Reizung des Vagus in 20 Sec. steht der Vorhof vollkommen still,
d. während der Reizung kann auch durch Verstärkung des Vagusreizes die Kammer nicht zum Stillstand gebracht werden. Ob jedoch eine Verlangsamung der Schläge eintrat, blieb unentschieden.

Vers. F. Die Abschnürung geschah merklich oberhalb der Herzfurche. Nach Lösung des Unterbandes schlagen in je 20 Sec.:

a. Die Kammern vor d. Vagusreizung 20 mal, während d. Reizung 19 mal,
Vorhöfe „ „ „ 12 „ „ „ „ 0 „
b. Die Kammern vor d. Vagusreizung 15 „ „ „ „ 15 „
Vorhöfe „ „ „ 23 „ „ „ „ 0 „

Kaninchen.

C. In je 10 Secunden schlugen:

Die Kammern vor der Vagusreizung 10 mal, während der Vagusreizung 9—10 mal.

Die Vorhöfe vor der Vagusreizung 15—16 mal, während der Vagusreizung 0 mal.

D. Die Vorhöfe schlagen häufiger als die Kammern vor Beginn der Reizung.

In je 8 Secunden schlugen:

Die Kammern vor der Vagusreizung 7 mal, während der Vagusreizung (16 Sec. Dauer) 7·5—7·5.

Die Vorhöfe vor der Vagusreizung ? mal, während der Vagusreizung (16 Sec. Dauer) 0·0.

Reizung des N. accelerans.

Hund.

Vor der Abquetschung der Vorhöfe schlug die Kammer in je 5 Sec.

Vor der Reizung 9·5. Während der Reizung 11—11—12—11. 12·5—13. Nach der Reizung 14—13 mal.

Nach der Abquetschung und Abnahme der Schnur schlug die Kammer in je 5 Sec.

Vor der Reizung 6. Während der Reizung 6—5·5—5·5—6. Nach der Reizung 5 mal.

Aus den Versuchen geht übereinstimmend hervor, dass die Erregung der Nn. vagi und accelerantes den Rhythmus der Kammersystole nicht umzuformen vermag, wenn ihre Stämme nur noch durch die vorderen Kammernerven mit den Ventrikeln in Verbindung stehen. Da die Nn. vagi und accelerantes nach der Ausschaltung der vorderen Kammernerven die Schlagfolge der Ventrikel noch wie vorher beeinflussen, da sie dieses aber nicht mehr vermögen, wenn die einzige Bahn, auf welcher ihre Erregung zum Ventrikel gelangen kann, durch die vorderen Kammernerven gegeben ist, so ist damit bewiesen, dass den vorderen Kammernerven die Befähigung abgeht, den Rhythmus der Ventrikelsystolen zu ändern.

Mit dieser Auskunft war der von mir zunächst in Angriff genommenen Aufgabe genügt. Dass sich an die Erscheinungen, welche die Unterbindung der Vorhöfe des Säugethieres nach sich zieht, mehrfach Fragen und Bemerkungen anknüpfen, liegt auf der Hand. Auf ihre Beantwortung und Mittheilung werde ich in einer späteren Abhandlung eingehen.

III. Die dritte Versuchsreihe bezog sich ausschliesslich auf den hinteren Kammernerven. Erweckten auch die Erfahrungen, welche über die ähnlich verlaufenden vorderen Kammernerven gesammelt wurden, die Vermuthung, dass dem dritten Kammernerven keine Herrschaft über den Rhythmus und die Energie der Systole zustehe, so genügten sie doch nicht zum Beweis hierfür. Auf dem Wege, welcher bei den vorderen Kammernerven zum Ziele führte, lässt sich dem peripheren Stumpfe des hinteren nicht beikommen, weil er sich der Wand des linken Vorhofes zu innig anschliesst, als dass er bei der Zerquetschung des letzteren geschont werden könnte. Ich musste mich also, weil nichts anderes übrig blieb, dazu entschliessen, den peripheren Stumpf des durchschnittenen Nerven zu reizen ohne ihn weiter in seinem Verlaufe über die Vorhofswand zu verändern.

Weil der Nerv immer sicher zu finden ist, so war der Versuch ausführbar und er schien mir nicht aussichtslos, weil sein Ursprung sichtlich ein verschiedener ist, bald mehr dem N. vagus, bald mehr dem N. accelerans zugewendet. Hieraus erwuchs die Hoffnung, dass es sich unter zahlreichen Beobachtungen wohl auch das eine oder andere Mal treffen könnte, den Nerven rein, ohne Beimischung hemmender oder beschleunigender Fasern der Reizung zu unterziehen. Diese Voraussicht hat sich denn auch bestätigt.

Unter 15 verschiedenen Thieren, bei welchen der periphere Stumpf des durchschnittenen hinteren Kammernerven in genügender Entfernung vom Herzen tetanisirt wurde, erzielte die Reizung:

Dreimal Verlangsamung der Pulsfolge.
Zweimal Beschleunigung derselben.
Zehnmal aber keine Aenderung der Pulsfolge.

Da der Nerv auf verschiedene Weise entspringt, so steht der Annahme nichts entgegen, dass ihm in den ersten drei der eben erwähnten Beobachtungen Fasern des Vagus und in den folgenden zwei Fasern des N. accelerans beigemengt gewesen seien, dass er aber in der überwiegenden Mehrzahl keine von beiden Fasergattungen aufgenommen und weitergeführt habe.

Mit der letzteren Unterstellung würde man zu dem Schlusse kommen, dass der hintere ebenso wie die vorderen Kammernerven eines Einflusses auf den Rhythmus der Systolen entbehre. Die Annahme wird jedoch nur dann gültig sein, wenn sich beweisen lässt, dass der Nerv seine volle Reizbarkeit auch bei der Reizung mit negativem Ergebniss bewahrt hatte. Mit Rücksicht hierauf erhebt sich nun zunächst die Frage, ist durch die von der Operation eingeführten Störungen die Reizbarkeit der Herznerven überhaupt bedeutend geschädigt worden? Ob dieses der Fall, lässt sich durch Reizung eines dem hinteren Kammernerven nahe anliegenden anderen von sichtbaren Erfolgen begleiteten erfahren. Die Prüfung verneinte die gehegte Befürchtung, denn bei denselben Thieren, bei welchen die Reizung des hinteren Kammernerven keine Aenderung in der Pulsfolge bewirkt hatte, brachte die Erregung von Vagusästen sogleich eine Verlangsamung des Rhythmus hervor. Wuchs hierdurch der Grad von Wahrscheinlichkeit, so brachten es zwei unter den zehn Beobachtungen zur Gewissheit, dass der Nerv seine Reizbarkeit bewahrt hatte. Auch in ihnen brachte die Reizung keine Veränderung in der Pulsfolge, wohl aber eine Steigerung des Blutdruckes hervor. Hierdurch ist, wie mir scheint, bewiesen, dass der hintere Kammernerv ebensowenig wie die vorderen einen Einfluss auf den Rhythmus des Herzschlages übt.

An die Stelle des negativen Erfolges, welcher die meisten Reizungen begleitet hatte, tritt nun in den beiden zuletzt erwähnten Versuchen ein positives Ergebniss, welches die Aufmerksamkeit zu fesseln im Stande ist. Einer Besprechung der gefundenen Thatsachen wird ihre Beschreibung vorauszuschicken sein.

Reizung des peripheren Stumpfes der hinteren Kammernerven.

Blutdruck im Mittel aus je 2 Sec.

Versuch A.

	Vor	während	nach der Reizung.	Rollenabst.
a.	50 mm Hg	64—78—30—82 mm Hg	82 mm Hg	6 cm
b.	62 „	64—90—94—98—98—100 „	96—92 „	
		Pulszahl unverändert.		

Versuch B.

	108—108 mm Hg.	114—106—98—92—88—88—88—86—86	82—84	6 „
Pulsazhl in je 2 Sec.	5 — 6	5 — 5 — 5 — 6 — 4 — 4 — 4 — 4 — 4	4 — 4	

Dass das Anwachsen des Blutdruckes von der Reizung unseres Nerven bedingt wurde, drückte sich namentlich in der ersten der vorgelegten Beobachtungen zu deutlich aus, als dass an seiner Abhängigkeit von dem reizenden Eingriffe gezweifelt werden konnte. Gewinnt man aber durch ihn die Ueberzeugung, dass der hintere Kammernerv den Blutdruck empor zu treiben vermöge, so muss man es zum mindesten auffallend finden, dass diese Leistung sich nur in einem so kleinen Procentsatze der Beobachtungen kund gethan hat. Denkbar wäre, dass der Nerv, welcher den Blutdruck erhöhen kann, in der Regel in einer anderen Bahn zum Ventrikel herandringt, und dass er nur ausnahmsweise mit dem hinteren Kammernerven verlaufe. Für eine solche Möglichkeit könnte man die Angaben von Pawlow[1] herbeiziehen, der nach Reizung eines Herznerven in der Brusthöhle regelmässig eine Erhöhung des arteriellen Druckes bemerkte. Aus seiner anatomischen Beschreibung geht, wie mir scheint, zum mindesten so viel hervor, dass es der hintere Kammernerv nicht sei, welchen man für die Drucksteigerung verantwortlich machen muss.

Sucht man nach einer Erklärung, wie die Reizung des peripheren Stumpfes eines nach dem Herzen hin strebenden Nerven den Druck, bzw. die Füllung der Arterien steigern könne, so wird zu fragen sein, ob der Zufluss des Blutes zu den Gefässen hin vermehrt oder der Abfluss aus ihnen vermindert worden sei. Will man sich nicht der ganz unwahrscheinlichen

[1] *Medicinisches Centralblatt.* 1883. S. 66

Annahme hingeben, dass in dem gereizten Stamme sensible Nerven verlaufen, die durch einen anderen entfernter gelegenen zum Gehirn emporsteigen, so bleibt aus bekannten Gründen unter der aufgestellten Alternative nur die Auswahl, dass durch die Reizung eine vermehrte Strömung vom Herzen aus angeregt sei. Eine solche könnte durch einen gesteigerten Blutzufluss zu dem Herzen oder auch dadurch bedingt sein, dass sich in Folge einer kräftigeren Zusammenziehung ihrer Wände, die Höhle des Ventrikels vollkommener entleert habe. Zur Entscheidung für das eine oder das andere fehlen einstweilen die Unterlagen, wenn es deshalb auch räthlich ist, sich des abschliessenden Urtheiles zu enthalten, so dürfte doch zu beachten sein, dass die kräftigere Zusammenziehung der Musculatur dauernd nur dann eine stärkere Füllung der Arterien bewirken kann, wenn zum Herzen das Blut mit grösserer Geschwindigkeit hinfliesst, z. B. deshalb, weil sich die bisher im Lungenkreislaufe vorhandenen Widerstände vermindert haben.

Neigt man sich aber der Anschauung zu, die Reizung der Nerven habe die Energie der Herzmuskel gesteigert, so würde damit noch nicht entschieden sein, ob dieses von einer unmittelbaren Wirkung auf die Muskeln oder dadurch bedingt sei, dass der Nerv nach Art eines Gefässerweiternden den Blutstrom durch die Kranzarterien beschleunigt habe, eine Möglichkeit, welche schon Pawlow ausspricht. Dieser Gedanke veranlasste mich, auch noch wiederholt den peripheren Stumpf eines durchschnittenen Nerven zu reizen, der, soweit die Zergliederung mit dem Messer reicht, sich in dem Herzende der Aorta verbreitet. Siehe Fig. IV. 4.

An drei Thieren, die dem Versuche unterworfen waren, kam ein negatives Ergebniss zum Vorschein; während der Anwendung kräftiger Inductionsströme blieben Blutdruck und Pulszahl unverändert.

Reizung des centralen Stumpfes des Aortennerven (siehe Fig. IV, 4).

	Vor	während	nach der Reizung.
a. Pulszahl in 5 Sec.	11—12	8—9—7	7—11—13—15—13·5
arter. Mitteldr. in Mm. Hg	109	102—100	79—70—76—96—124
b. Pulszahl in 5 Sec.	14	9—9	8—10—13.5—14—16—16
arter. Mitteldr. in Mm. Hg	116	107	93—74—74—124

Auf den Mangel an Reizbarkeit konnte das Ausbleiben jeglichen Erfolges deshalb nicht geschoben werden, weil die Reizung des centralen Endes die Pulszahl und den Druck herabminderte.

Nach den zahlreichen Misserfolgen, zu welchen die Reizung ihrer peripheren Enden geführt hatte, liessen sich die Kammernerven nicht mehr als motorische im weiteren Wortsinne betrachten; sonach mussten sie zur Ordnung derer zu zählen sein, welche vom Herzen aus Empfindung und reflectirte Bewegung erwirken, worauf auch ihr Verlauf unmittelbar unter dem Pericard und noch deutlicher ein plötzliches Zusammenzucken zahlreicher Körpermuskeln hindeutet, welches beim Zerren der Stämmchen zu Tage tritt. Sollte man hiegegen einwenden, dass für die stumpfe Empfindlichkeit des Herzens die Zahl der Nervenstämme zu gross erscheine, so würde man auf die vielfachen Beziehungen hinweisen, in welchen das Herz durch das verlängerte Mark hindurch mit anderen Organen des thierischen Körpers stehen muss, wenn seine Arbeit nicht den mannigfachsten Störungen ausgesetzt sein soll. Um die letzteren wegzuräumen, mussten die Reflex erzeugenden Nerven des Herzens mindestens befähigt sein, die Schlagfolge desselben zu ändern, die Breite des Stromes in den Kranzarterien zu regeln und die Mächtigkeit des Blutzuflusses von und zu den Herzhöhlen der Reizbarkeit des Herzmuskels anzupassen. Zur Erfüllung so mannigfacher sich zum Theil widersprechender Forderungen würde das Herz gewiss zahlreicher Nerven bedürfen.

Der nach dem Vorgange von L. Traube oft betretene Weg, um zu einer Uebersicht über die in einem Nervenstamme enthaltenen Reflex anregenden Fasern zu gelangen, wurde auch diesmal eingeschlagen; die centralen Stümpfe der durchschnittenen Nerven werden zwischen die Elektroden des Inductoriums gefasst und gereizt. Da meiner Voraussetzung nach in den centripetalen Herznerven Reflex erregende Fasern sehr verschiedener Wirkung enthalten sind, so war es von unbeherrschbaren Eigenthümlichkeiten der Reizbarkeit abhängig, ob der Bruchtheil der möglichen Reflexe, welche durch das Manometer erkennbar ist, auch wirklich in die Erscheinung kam; vielleicht wurde, ähnlich wie es an den centripetalen Lungennerven häufig beobachtet ist, durch die höhere Reizbarkeit einer Gattung die einer anderen, nach entgegengesetzter Richtung wirkenden verdeckt. Auch wenn dieses nicht geschah, so musste die erlangte Auskunft unvollständig bleiben, weil ganze Reihen von Erscheinungen von dem Manometer nicht aufgefasst werden können. Der Erfolg, welchen ich erlangte, hat die beschriebenen Ansprüche, mit welchen ich an die Versuche herantrat, übertroffen. Denn es fand sich bei der Reizung der centralen Stümpfe von verschiedenen Aesten der vorderen Kammernerven:

1. Verlangsamung der Pulsfolge mit Erhöhung des arteriellen Druckes.

2. Verlangsamung der Pulsfolge, die während der dauernden Reizung von einem unverändertem Drucke begleitet wurde; in der Nachwirkung der

Reizung stieg die Pulszahl empor, der Druck dagegen ging unter den vor der Reizung vorhandenen Werth. Beispiele geben die folgenden Zahlen:

Reizung der centralen Stümpfe der vorderen Kammernerven.

1. Ast der rechten Seite (siehe Fig. III. 4′),

A.	Vor	während	nach der Reizung.
a Pulszahl in 5 Sec.	17	15—14·5	15·5
art. Druck in Mm. Hg	73	92—80	64
b Pulszahl in 5 Sec.	17·5—18	15—14—14	14—16—16—17
art. Druck in Mm. Hg	75—75	92—103—92	80 74
B.			
Pulszahl in 5 Sec.	13 12	10—10—9	9—10—11—11—11·5
art. Mitteldr. in Mm. Hg	76 73	72 73—71	57 54 46 48

2. Ast der linken Seite (siehe Fig. III. 3).

Pulszahl in 5 Sec.	13	12 9 10	10 11 14—15
art. Mitteldr. in Mm. Hg	66	62—58—52	48—50—58—80

Die Reizung des centralen Stumpfes der hinteren Kammernerven ergab:

1. Beschleunigung der Pulsfolge ohne Aenderung des arteriellen Druckes.

2. Herabsetzung der Pulszahl mit Verminderung des Druckes.

3. Geringe Erhöhung des arteriellen Druckes ohne Aenderung der Pulszahl.

4. Herabsetzung des arteriellen Druckes ohne Aenderung der Pulszahl.

Reizung des centralen Stumpfes der hinteren Kammernerven (siehe Fig. V. 4).

	Vor	während	nach der Reizung.
A. Pulszahl in 5 Sec.	10 9 10	9—10—12—11—12	11—12—9—9
Keine Aenderung des arteriellen Mitteldruckes.			
B. Pulszahl in 5 Sec,	11·5 12	13 13 12 12	11
Keine Aenderung des arteriellen Mitteldruckes.			
D. Pulszahl in 5 Sec.	9—9	9 11 12	12 11 10·5—9·5
Keine Aenderung des arteriellen Mitteldruckes.			